

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

IEK 206 – Operasi Unit III
[Unit Operations III]

Masa : 3 jam
[Duration: 3 hours]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Please check that this examination paper consists of SIX pages of printed material before you begin the examination.

Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Semua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia ATAU kedua-duanya.

Instructions: Answer **FIVE** questions. Students are allowed to answer all questions in English OR Bahasa Malaysia OR combination of both.

...2/-

1. Suatu pepejal berliang dikeringkan di dalam satu alat pengering kelompok dalam keadaan pengeringan malar. Enam jam diperlukan untuk menurunkan kandungan lembapan dari 0.35 hingga 0.10 (dasar kering). Kandungan lembapan genting ialah $W_c = 0.20$ dan kandungan lembapan keseimbangan ialah $W_e = 0.04$. Dengan mengangapkan bahawa tempoh kadar pengeringan kejatuhan adalah berkadar dengan kandungan lembapan bebas, $W - W_e$, berapa lama akan diperlukan untuk mengeringkan satu sample pepejal yang sama dari kandungan lembapan 0.30 hingga 0.05 ?

$$R = - (L/A)(dW/dt)$$

$$\int dx/[a(x - b)] = (1/a)[\ln(x - b)]$$

(100 markah)

A porous solid is being dried in a batch drier under constant drying condition. Six hours are needed to reduce the moisture content from 0.35 to 0.10 (dry basis). The critical moisture content is $W_c = 0.20$ and the equilibrium moisture content is $W_e = 0.04$. Assuming that the falling rate period varies with the free moisture content $W - W_e$, how long will it take to dry a same solid sample from a moisture content of 0.30 to 0.05 ?

$$R = - (L/A)(dW/dt)$$

$$\int dx/[a(x - b)] = (1/a)[\ln(x - b)]$$

(100 marks)

2. (a) Dari $q_c = \omega^2(\rho_p - \rho)D_{pc}^2[\pi b(r_2^2 - r_1^2)]/\{18\mu \ln[2r_2/(r_1 + r_2)]\}$
dan $u_t = g((\rho_p - \rho)D_{pc}^2/18\mu)$
bincangkan mengenai nilai sigma (Σ) bagi alat pengempar.

(30 markah)

- (b) Satu larutan likat yang mengandungi zarah-zarah yang mempunyai ketumpatan $\rho_p = 1480 \text{ kg/m}^3$ akan dijernehkan di dalam satu pengempar. Ketumpatan larutan ialah $\rho = 805 \text{ kg/m}^3$, dan kelikatannya 0.11 kg/m.s . Tingginya mangkuk empar itu $b = 0.20 \text{ m}$ dan $r_2 = 0.02235 \text{ m}$, $r_1 = 0.00715 \text{ m}$. Jika pengempar memutar pada $N = 21,000 \text{ rpm}$ dan kadar aliran $q_c = 7.85 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$, kirakan

- (i) diameter zarah genting, D_{pc} ;
(ii) nilai Σ .

$$\omega = 2\pi N/60 \text{ rad/s}$$

(70 markah)

...3/-

- (a) From $q_c = \omega^2(\rho_p - \rho)D_{pc}^2[\pi b(r_2^2 - r_1^2)]/\{18\mu \ln[2r_2/(r_1 + r_2)]\}$
 and $u_t = g((\rho_p - \rho)D_{pc}^2/18\mu)$
 discuss the sigma (Σ) value for a centrifuge.

(30 marks)

- (b) A viscous solution containing particles of density $\rho_p = 1480 \text{ kg/m}^3$ will be clarified in a centrifuge. The solution density is $\rho = 805 \text{ kg/m}^3$, and its viscosity 0.11 kg/m.s . The height of the centrifugal bowl is $b = 0.20 \text{ m}$ and $r_2 = 0.02235 \text{ m}$, $r_1 = 0.00715 \text{ m}$. If the centrifuge revolves at $N = 21000 \text{ rpm}$ and the flow rate $q_c = 7.85 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$, calculate

- (i) the critical particle diameter, D_{pc} ;
 (ii) Σ value

$$\omega = 2\pi N/60 \text{ rad/s}$$

(70 marks)

3. Dikehendaki menyerap 85 % aseton daripada satu campuran yang mengandungi 1.5 % mol aseton di dalam udara di dalam satu turus plat penyerapan aruslawan. Campuran gas memasuki turus dari bawah pada kadar 30 kg-mol/h. Air tulen sebagai bahan penyerap memasuki turus dari atas pada kadar 90 kg-mol air/h. Proses penyerapan dijalankan secara isothermal pada suhu 300 K dan tekanan 101.32 kPa. Perhubungan keseimbangan untuk aseton (A) dalam gas-cecair ialah $y_A = 2.53 x_A$. Tentukan bilangan plat unggul untuk proses penyerapan ini. Kelerengan garis operasi L/V boleh dianggap malar.

(100 markah)

It is required to absorb 85 % acetone from a mixture containing 1.5 mol % acetone in air in a countercurrent absorption column. The gas mixture enters the column from the bottom at a rate of 30 kg-mol/h. Pure water as absorbent enters from the top of the column at a rate of 90 kg-mol water/h. The absorption process is carried out isothermally at 300 K and 101.32 kPa. The vapour-liquid equilibrium relationship for acetone (A) is $y_A = 2.53x_A$. Determine the number of ideal plates for this absorption process. The slope of the operating line, L/V, can be assumed constant.

(100 marks)

4. Satu campuran cecair benzena-toluena akan disulingkan di dalam satu menara penyulingan pada 101.3 kPa. Suap adalah cecair pada 100 kg-mol/h yang mengandungi 45 mol % benzena (A) dan 55 mol % toluene (B) dan memasuki menara pada 327.6 K. Takat didih arus suap ialah 366.7 K. Hasil atas yang mengandungi 95 mol % benzena dan 5 mol % toluene manakala hasil bawah yang mengandungi 10 mol % benzena dan 90 mol % toluene akan diperolehi. Nisbah refluks ialah 4:1. Muatan haba arus suap ialah 159 kJ/kg-mol.K. Haba pendam ialah 32,099 kJ/kg-mol. Hitungkan

- (a) amaun hasil atas dan hasil bawah, dalam kg-mol/h;
 (b) Tentukan bilangan plat unggul;
 (c) Tentukan lokasi plat suap.

x_A	1.0	0.78	0.581	0.411	0.258	0.13	0.0
y_A	1.0	0.90	0.777	0.632	0.456	0.261	0.0

$$q = 1 + C_{pL}(T_b - T_F)/\lambda$$

$$y = -qx/(1 - q) + x_F/(1 - q)$$

$$y_{n+1} = R_D x_n / (R_D + 1) + x_D / (R_D + 1)$$

(100 markah)

A liquid mixture of benzene-toluene will be distilled in a distillation tower at 101.2 kPa. The feed is a liquid mixture at a rate of 100 kg-mol/h containing 45 mol % benzene (A) and 55 mol % toluene and enters the tower at 327.6 K. The boiling temperature of the feed is 366.7 K. A distillate containing 95 mol % benzene and 5 mol % toluene while a bottom product containing 10 mol % benzene and 90 mol % toluene will be obtained. The reflux ratio is 4:1. The heat capacity of the feed stream is 159 kJ/kg-mol.K. The latent heat is 32,099 kJ/kg-mol. Calculate

- (a) *the amounts of distillate and bottom product, in kg-mol/h;*
 (b) *Determine the number of ideal plates;*
 (c) *Determine the location of the feed plate.*

x_A	1.0	0.78	0.581	0.411	0.258	0.13	0.0
y_A	1.0	0.90	0.777	0.632	0.456	0.261	0.0

$$q = 1 + C_{pL}(T_b - T_F)/\lambda$$

$$y = -qx/(1 - q) + x_F/(1 - q)$$

$$y_{n+1} = R_D x_n / (R_D + 1) + x_D / (R_D + 1)$$

(100 marks)

...5/-

5. Satu kolom penyulingan dikehendaki untuk memisahkan satu campuran yang mengandungi 69.5 mol % n-heptana (C_7H_{16})(A) dan 30.5 mol % n-oktana (C_8H_{18})(B) pada 101.3 kN/m². Hasil atas mengandungi 95 mol % n-heptana dan hasil bawah mengandungi 5 mol % n-heptana. Arus suap adalah pada takat gelembung 372 K. Jika nisbah refluks ialah 2.5 kali nisbah refluks minimum, tentukan bilangan plat unggul dan lokasi plat suapan. Data keseimbangan adalah seperti berikut:

x_A	1.0	0.92	0.82	0.69	0.57	0.46	0.32	0.22	0.13	0.0
y_A	1.0	0.96	0.91	0.83	0.74	0.65	0.50	0.37	0.24	0.0

(100 markah)

A distillation column is required to separate a mixture containing 69.5 mol % n-heptane (C_7H_{16})(A) and 30.5 mol % n-octane (C_8H_{18})(B) at 101.3 kN/m². The distillate contains 95 mol % n-heptane and the bottom product contains 5 mol % n-heptane. The feed stream enters the column at the bubble point 372 K. If the reflux ratio is 2.5 times the minimum reflux ratio, determine the number of ideal plates and the location of the feed plate. Equilibrium data are listed below:

x_A	1.0	0.92	0.82	0.69	0.57	0.46	0.32	0.22	0.13	0.0
y_A	1.0	0.96	0.91	0.83	0.74	0.65	0.50	0.37	0.24	0.0

(100 marks)

6. Jawab sebarang DUA soalan daripada yang berikut:

(a) Bincangkan cara-cara digunakan dalam mengklasifikasikan alat penuras.

(50 markah)

(b) Dengan bantuan lengkungan keseimbangan, bincangkan perhubungan di antara koefisien pemindahan keseluruhan K_y , K_x dengan koefisien-koefisien individu k_x dan k_y , dan Teori Dua Rintangan terhadap pemindahan jisim.

(50 markah)

(c) Dengan bantuan gambarajah, bincangkan lima keadaan di mana satu campuran binari dapat disuapkan ke dalam satu menara penyulingan.

(50 markah)

...6/-

Answer any TWO questions from the following:

(a) Discuss the methods used in classifying filtration equipment.

(50 marks)

(b) With the help of the equilibrium curve, discuss the relationships among the overall transfer coefficients K_y , K_x with the individual coefficients k_x and k_y , and the Two-Resistant Theory in mass transfer.

(50 marks)

(c) With the help of diagrams, discuss five situations in which a binary mixture feeds into a distillation tower.

(50 marks)

ooo000ooo